

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-082028

(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl.

F02B 23/10

F02F 3/26

F02M 61/14

(21)Application number : 09-235180

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 29.08.1997

(72)Inventor : HOKUTOU HIROYUKI

KANDA MUTSUMI

KASHIWAKURA TOSHIMI

HATTORI FUMIAKI

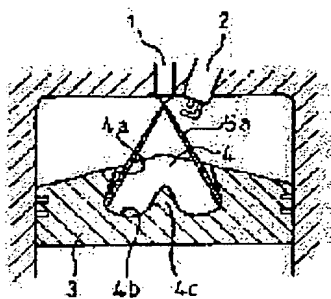
TOMOTA AKITOSHI

## (54) CYLINDER INJECTION TYPE SPARK IGNITION INTERNAL COMBUSTION ENGINE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form excellent uniform combustion air-fuel mixture at the time of the uniform combustion, and excellent stratified charge combustion air-fuel mixture at the time of the stratified charge combustion in a cylinder injection type spark ignition internal combustion engine which is operated by switching uniform combustion by the fuel injection of an intake stroke, and the stratified charge combustion by the fuel injection at the final stage of a compression stroke to each other according to the operating condition of an engine.

**SOLUTION:** A fuel injection valve 1 injects fuel in a roughly hollow cone shape from the upper part of a combustion chamber, and the vertical component of the penetration force of the fuel injected is larger than its horizontal element, and a cavity 4 is formed at the



top surface of a piston 3. The cavity 4 involves a peripheral wall surface 4a of roughly cylindrical shape, a bottom wall surface 4b connected smoothly to the peripheral wall surface 4a, and a swelling part 4c of roughly cone shape connected smoothly to the bottom wall surface 4b. The peripheral wall surface 4a of the cavity 4 is formed so that most of the fuel of roughly hollow cone shape injected from the fuel injection valve 1 collides at an acute angle at

the final stage of a compressed stroke, and an ignition plug 2 is disposed in the vicinity of just above the swelling part of the cavity 4.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.05.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

#### \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] An ignition plug and the fuel injection valve which injects a fuel directly into a gas column are provided. According to engine operational status In the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder by which homogeneity combustion by the fuel injection like an inhalation-of-air line and stratification combustion by the fuel injection of the compression stroke last stage are switched and carried out said fuel injection valve The vertical component of the accomplishment force of said fuel which injects a fuel in the shape of an abbreviation hollow cone from the combustion chamber upper part, and is injected from said fuel injection valve is larger than a horizontal component. A cavity is formed in said piston-top surface. Said cavity It has an approximately cylindrical peripheral wall side, the bottom wall side smoothly connected to said peripheral wall side, and the ridge of the shape of an approximate circle drill smoothly connected to said bottom wall side. Said

peripheral wall side of said cavity He is the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder which is formed so that said the greater part of abbreviation hollow conic fuel injected from said fuel injection valve may collide with an acute angle in said compression stroke last stage, and is characterized by arranging said ignition plug near right above said ridge of said cavity.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder.

[0002]

[Description of the Prior Art] The injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder which carries out homogeneity combustion from which a fuel is injected in the compression stroke last stage at the time of an engine low load, stratification combustion of low fuel consumption is carried out, a fuel is injected like an inhalation-of-air line at the time of an engine heavy load, and high power is obtained is indicated by JP,1-203613,A.

[0003] The fuel injection of the compression stroke last stage injects a fuel in the cavity formed in the piston-top surface to the piston near the top dead center. In this way, evaporating with the heat of a piston, the injected fuel runs in the direction of an ignition plug, and concentrates the bottom wall side of a cavity at the ignition time near the ignition plug. On the other hand, it has the intention of the fuel injected like an inhalation-of-air line being diffused and evaporated by the flowing inhalation-of-air style, and homogeneity mixing fully being carried out by the comparatively long time amount to ignition.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In this internal combustion engine, the fuel injection valve is arranged at the suction-port side in the perimeter part of a combustion chamber upper wall. Let the direction of a fuel-injection core of this fuel injection valve be a thing near comparatively perpendicularly so that the injected fuel may collide with a cylinder bore and an inhalation-of-air line may not make an engine oil dilute, also when a piston is located near the bottom dead point in fuel injection. homogeneity good at the time of an engine heavy load -- in order to form gaseous mixture, as for a fuel, it is desirable to weaken the accomplishment force in the shape of a cone, and to be injected from a fuel injection valve. However, in such fuel injection, in the fuel injection of a compression stroke, the fuel which in

addition to the accomplishment force of a fuel itself being weak was injected in the cavity since the horizontal component of this accomplishment force was small does not run so that the bottom wall side of a cavity may be meant in the direction of an ignition plug. good homogeneity [ in / by that cause, the fuel injection valve in this internal combustion engine injects a fuel in the shape of / near in the shape of a column / a solid cone so that a certain amount of accomplishment force may be given to a fuel, in order to realize good stratification combustion, and / in an inhalation-of-air line / fuel injection ] -- gaseous mixture -- formation is made into the sacrifice.

[0005] therefore, the good homogeneity [ purpose / of this invention ] combustion at the time of homogeneity combustion -- gaseous mixture and the good stratification combustion at the time of stratification combustion -- it is offering the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder which can form gaseous mixture.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 by this invention An ignition plug and the fuel injection valve which injects a fuel directly into a gas column are provided. According to engine operational status In the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder by which homogeneity combustion by the fuel injection like an inhalation-of-air line and stratification combustion by the fuel injection of the compression stroke last stage are switched and carried out said fuel injection valve The vertical component of the accomplishment force of said fuel which injects a fuel in the shape of an abbreviation hollow cone from the combustion chamber upper part, and is injected from said fuel injection valve is larger than a horizontal component. A cavity is formed in said piston-top surface. Said cavity It has an approximately cylindrical peripheral wall side, the bottom wall side smoothly connected to said peripheral wall side, and the ridge of the shape of an approximate circle drill smoothly connected to said bottom wall side. The peripheral wall side of said cavity In said compression stroke last stage, it is formed so that said the greater part of abbreviation hollow conic fuel injected from said fuel injection valve may collide with an acute angle, and said ignition plug is characterized by being arranged near right above said ridge of said cavity.

[0007]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is outline drawing of longitudinal section showing the operation gestalt of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder by this invention. This injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder carries out stratification \*\*\*\*\* of the low fuel consumption which enables combustion [ Lean on the whole ] by injecting a fuel in the compression stroke last stage at the time of an engine low load with little need fuel oil consumption, and forming gaseous mixture only near the ignition plug at it. moreover, at the time of the engine heavy load with which need fuel oil consumption increases, since it becomes severe to inject total fuel in the compression stroke last stage in time, it sets like an inhalation-of-air line, and total fuel injects -- having -- by ignition -- homogeneity -- gaseous mixture is formed and homogeneity combustion from which high power is obtained is carried out. Of course, only predetermined fuel quantity is injected and you may make it inject the remainder of need fuel oil consumption like an inhalation-of-air line in the compression stroke last stage.

[0008] In drawing 1 , 1 is a fuel injection valve located focusing on the abbreviation for the combustion chamber upper part. 2 is an ignition plug arranged near the fuel injection valve 1, and 3 is a piston. This fuel injection valve injects liquid phase fuel 5a in the shape of an

abbreviation hollow cone, it \*\*\*\*s that direction of an injection core perpendicularly mostly, and the vertical component of the accomplishment force of the fuel injected is made larger than a horizontal component. The fuel injected in the shape of a hollow cone has the weak accomplishment force, and an inhalation-of-air line is easily atomized by the inhalation-of-air style in fuel injection. Furthermore, its inhalation-of-air charging efficiency improves according to the cooling effect of inhalation of air while a touch area with inhalation of air becomes very large, and heat sufficient from inhalation of air during a flight is given and evaporating the fuel injected in the shape of a hollow cone good, since inhalation of air exists also inside. Again. Even if it adheres to piston 3 top face, without a little fuel evaporating, such a little fuel is easily evaporated with the heat of a piston 3.

[0009] in this way, the vaporized fuel fully carries out homogeneity mixing with inhalation of air at the ignition time -- having -- good homogeneity -- gaseous mixture can be formed and good homogeneity combustion at the time of an engine heavy load can be realized. Moreover, although a piston 3 becomes near the bottom dead point at the time of fuel-injection termination when injecting quite a lot of fuels, a fuel injection valve 1 injects a fuel perpendicularly mostly from the abbreviation core of the combustion chamber upper part, even if a fuel-injection configuration is a cone-like, the injected fuel does not carry out cylinder bore adhesion, this adhesion fuel makes an engine oil dilute, or it is prevented that fuel oil consumption runs short by this diluent.

[0010] On the other hand, as for the stratification combustion at the time of an engine low load, need fuel oil consumption is injected from a fuel injection valve 1 in the compression stroke last stage. Drawing 1 shows the condition after the fuel-injection initiation in the compression stroke last stage. The cavity 4 is formed in the top-face abbreviation center section of the piston 3. This cavity 4 has approximately cylindrical peripheral wall side 4a, bottom wall side 4b smoothly connected to peripheral wall side 4a, and ridge 4c of the shape of an approximate circle drill which was located in the center of abbreviation of bottom wall side 4b, and was smoothly connected to bottom wall side 4b. Peripheral wall side 4a of a cavity 4 is formed so that the great portion of hollow conic liquid phase fuel 5a injected from the fuel injection valve in the compression stroke last stage may collide with an acute angle. Although the accomplishment force of liquid phase fuel 5a injected in the shape of a hollow cone is weak, since this accomplishment force mainly consists of a vertical component by that cause, this accomplishment force is fully employed efficiently and liquid phase fuel 5a which collides with peripheral wall side 4a of a cavity 4 advances in the direction of bottom wall side 4b along with peripheral wall side 4a. With this operation gestalt, a collision include angle with a hollow conic fuel is made small, and peripheral wall side 4a of a cavity 4 is smoothly made into the configuration of a truncated cone side face with the minimum in attenuation of the accomplishment force of the fuel in the case of a collision at the sake.

[0011] Drawing 2 shows the condition when the fuel injection of the compression stroke last stage is completed. As shown in this drawing, liquid phase fuel 5a which advances along with peripheral wall side 4a of a cavity 4 advances to bottom wall side 4b of a cavity 4, and subsequently it goes up, concentrating along with ridge 4c. Since peripheral wall side 4a of a cavity 4 and bottom wall side 4b are smoothly connected in the shape of radii and bottom wall side 4b and ridge 4c of a cavity are smoothly connected in the shape of radii, liquid phase fuel 5a can go up ridge 4c good, without the accomplishment force declining not much. In this way, although the inside of a cavity 4 is gone on, liquid phase fuel 5a is gradually evaporated by the heat of a piston 3 during advance, and when arriving at the upper part of ridge 4c, it is

gaseous-phase fuel 5b completely.

[0012] Drawing 3 shows the condition of the ignition timing of a stratification fuel. As shown in this drawing, in ignition timing, all the fuels injected in the compression stroke last stage are set to gaseous-phase fuel 5b, it concentrates near right above ridge 4c, and forms the good gaseous mixture of ignitionability. The ignition plug 2 is arranged near right above ridge 4c of a cavity 4 so that this gaseous mixture can be lit, and it can realize good stratification combustion in this way.

[0013] In this operation gestalt, although the location of a fuel injection valve 1 was set as the abbreviation core of the combustion chamber upper part, it is also possible for this not to limit this invention and to arrange around the combustion chamber upper part. In this case, although the direction of a fuel-injection core receives perpendicularly and becomes slanting somewhat, the vertical component of the accomplishment force of the fuel injected is made larger than a horizontal component. Thus, it is possible to form the peripheral wall side of a cavity so that most hollow conic fuels injected may collide with an acute angle. Using the vertical component of the thereby comparatively big accomplishment force, a fuel can be turned to the ridge in a cavity and can be advanced good. Especially the location of the ridge in a cavity is not limited in the center of a bottom wall side, but if the ignition plug is arranged near right above a ridge, good stratification combustion is realizable.

[0014]

[Effect of the Invention] thus, the fuel with which it was weak, and the accomplishment force of a fuel was injected since the touch area with the inhalation of air of a fuel was large in order that the fuel injection valve for injecting a fuel directly into a gas column might inject a fuel in the shape of an abbreviation hollow cone from the combustion chamber upper part according to the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 by this invention -- good -- evaporating -- like an inhalation-of-air line -- injection -- good homogeneity combustion -- gaseous mixture can be formed. Moreover, the cavity which has the ridge of the shape of an approximate circle drill connected smoothly is formed in an approximately cylindrical peripheral wall side, the bottom wall side smoothly connected to the peripheral wall side, and a bottom wall side at a piston-top surface, and it sets to the peripheral wall side of a cavity in the compression stroke last stage. In order for most abbreviation hollow conic fuels injected from the fuel injection valve to collide with an acute angle, even if the accomplishment force itself is weak, the vertical component of the comparatively big accomplishment force is used. A fuel It goes on good to the bottom wall side smoothly connected from the peripheral wall side of a cavity, and it goes up further, concentrating a ridge. the circumference of the ignition plug which the fuel could give heat from the piston while the fuel in such a cavity was going on, has evaporated mostly when going up a ridge, and is located near right above a ridge -- the stratification combustion with good ignitionability -- gaseous mixture can be formed.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline sectional view showing the operation gestalt of the injection type jump-spark-ignition internal combustion engine in a cylinder by this invention in the fuel-injection condition of the compression stroke last stage.

[Drawing 2] It is the same outline sectional view as drawing 1 at the time of fuel-injection termination of the compression stroke last stage.

[Drawing 3] It is the same outline sectional view as drawing 1 in ignition timing.

### [Description of Notations]

- 1 -- Fuel injection valve
- 2 -- Ignition plug
- 3 -- Piston
- 4 -- Cavity
- 4a -- Peripheral wall side
- 4b -- Bottom wall side
- 4c -- Ridge

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-82028

(43)公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

F 0 2 B 23/10

F 0 2 B 23/10

D

M

F 0 2 F 3/26

F 0 2 F 3/26

A

F 0 2 M 61/14

3 1 0

F 0 2 M 61/14

3 1 0 S

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平9-235180

(22)出願日 平成9年(1997) 8月29日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 北東 宏之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 神田 睦美

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 柏倉 利美

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

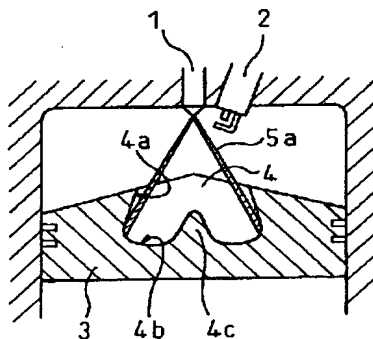
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 筒内噴射式火花点火内燃機関

(57)【要約】

【課題】 機関運転状態によって、吸気行程の燃料噴射による均一燃焼と、圧縮行程末期の燃料噴射による成層燃焼とが切り換えられて実施される筒内噴射式火花点火内燃機関において、均一燃焼時における良好な均一燃焼混合気と、成層燃焼時における良好な成層燃焼混合気とを形成可能とすること。

【解決手段】 燃料噴射弁1は、燃焼室上部から略中空円錐状に燃料を噴射するものであり、噴射される燃料の貫徹力の垂直成分は水平成分より大きく、ピストン3頂面にはキャビティ4が形成され、キャビティは、略円筒状の周壁面4aと、周壁面に滑らかに接続された底壁面4bと、底壁面に滑らかに接続された略円錐状の隆起部4cとを有し、キャビティの周壁面は、圧縮行程末期において、燃料噴射弁から噴射された略中空円錐状の燃料の大部分が鋭角に衝突するように形成され、点火プラグ2は、キャビティの隆起部の真上近傍に配置されている。



1…燃料噴射弁  
2…点火プラグ  
3…ピストン  
4…キャビティ  
4a…側面  
4b…底面  
4c…隆起部

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 点火プラグと、気筒内へ直接的に燃料を噴射する燃料噴射弁とを具備し、機関運転状態によって、吸気行程の燃料噴射による均一燃焼と、圧縮行程末期の燃料噴射による成層燃焼とが切り換えられて実施される筒内噴射式火花点火内燃機関において、前記燃料噴射弁は、燃焼室上部から略中空円錐状に燃料を噴射するものであり、前記燃料噴射弁から噴射される前記燃料の貫徹力の垂直成分は水平成分より大きく、前記ピストン頂面にはキャビティが形成され、前記キャビティは、略円筒状の周壁面と、前記周壁面に滑らかに接続された底壁面と、前記底壁面に滑らかに接続された略円錐状の隆起部とを有し、前記キャビティの前記周壁面は、前記圧縮行程末期において、前記燃料噴射弁から噴射された前記略中空円錐状の燃料の大部分が鋭角に衝突するように形成され、前記点火プラグは、前記キャビティの前記隆起部の真上近傍に配置されていることを特徴とする筒内噴射式火花点火内燃機関。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、筒内噴射式火花点火内燃機関に関する。

## 【0002】

【従来の技術】特開平1-203613号公報には、機関低負荷時には圧縮行程末期で燃料を噴射して低燃費の成層燃焼を実施し、機関高負荷時には吸気行程で燃料を噴射して高出力が得られる均一燃焼を実施する筒内噴射式火花点火内燃機関が開示されている。

【0003】圧縮行程末期の燃料噴射は、上死点近傍のピストンに対してピストン頂面に形成されたキャビティ内に燃料を噴射するものである。こうして噴射された燃料は、ピストンの熱によって気化しながらキャビティの底壁面を点火プラグ方向へ進行し、点火時点において点火プラグ近傍に集中するようになっている。一方、吸気行程で噴射される燃料は、流入する吸気流によって拡散及び気化され、点火までの比較的長い時間で十分に均一混合されることが意図されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】この内燃機関において、燃料噴射弁は燃焼室上壁の周囲部分における吸気ポート側に配置されている。この燃料噴射弁の燃料噴射中心方向は、吸気行程燃料噴射において、ピストンが下死点近傍に位置する時にも、噴射された燃料がシリンダボアに衝突してエンジンオイルを希釈させないように、比較的垂直に近いものとされている。機関高負荷時に良好な均一混合気を形成するためには、燃料は燃料噴射弁から円錐状に貫徹力を弱めて噴射されることが好ましい。しかしながら、このような燃料噴射では、圧縮行程の燃料噴射において、燃料の貫徹力自身が弱いことに加えて、この貫徹力の水平成分が小さいために、キャビティ

内に噴射された燃料は、キャビティの底壁面を点火プラグ方向へ意図するように進行しない。それにより、この内燃機関における燃料噴射弁は、良好な成層燃焼を実現するために、ある程度の貫徹力を燃料に与えるよう柱状に近い中空円錐状に燃料を噴射するようになっており、吸気行程燃料噴射における良好な均一混合気形成は犠牲にされている。

【0005】従って、本発明の目的は、均一燃焼時における良好な均一燃焼混合気と、成層燃焼時における良好な成層燃焼混合気とを形成可能な筒内噴射式火花点火内燃機関を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明による請求項1に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関は、点火プラグと、気筒内へ直接的に燃料を噴射する燃料噴射弁とを具備し、機関運転状態によって、吸気行程の燃料噴射による均一燃焼と、圧縮行程末期の燃料噴射による成層燃焼とが切り換えられて実施される筒内噴射式火花点火内燃機関において、前記燃料噴射弁は、燃焼室上部から略中空円錐状に燃料を噴射するものであり、前記燃料噴射弁から噴射される前記燃料の貫徹力の垂直成分は水平成分より大きく、前記ピストン頂面にはキャビティが形成され、前記キャビティは、略円筒状の周壁面と、前記周壁面に滑らかに接続された底壁面と、前記底壁面に滑らかに接続された略円錐状の隆起部とを有し、前記キャビティの周壁面は、前記圧縮行程末期において、前記燃料噴射弁から噴射された前記略中空円錐状の燃料の大部分が鋭角に衝突するように形成され、前記点火プラグは、前記キャビティの前記隆起部の真上近傍に配置されていることを特徴とする。

## 【0007】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による筒内噴射式火花点火内燃機関の実施形態を示す概略縦断面図である。この筒内噴射式火花点火内燃機関は、必要燃料噴射量の少ない機関低負荷時において、圧縮行程末期に燃料を噴射して点火プラグ近傍にだけ混合気を形成することにより、全体的にリーンな燃焼を可能とする低燃費の成層燃焼を実施するようになっている。また、必要燃料噴射量が多くなる機関高負荷時には、圧縮行程末期に全燃料を噴射することが時間的に厳しくなるために、吸気行程において全燃料が噴射され、点火までに均一混合気を形成し、高出力が得られる均一燃焼を実施するようになっている。もちろん、圧縮行程末期に、所定燃料量だけを噴射し、必要燃料噴射量の残りを吸気行程に噴射するようにしても良い。

【0008】図1において、1は燃焼室上部の略中心に位置する燃料噴射弁である。2は燃料噴射弁1の近傍に配置された点火プラグであり、3はピストンである。この燃料噴射弁は、液相燃料5aを略中空円錐状に噴射するものであり、その噴射中心方向はほぼ垂直方向とさ

れ、噴射される燃料の貫徹力の垂直成分が水平成分より大きくされている。中空円錐状に噴射される燃料は、貫徹力が弱く、吸気行程燃料噴射において、吸気流によって容易に微粒化される。さらに、中空円錐状に噴射される燃料は、内側にも吸気が存在するために、吸気との接触面積が非常に大きくなり、飛行中に吸気から十分な熱が与えられ良好に気化すると共に、吸気の冷却効果により吸気充填効率が向上する。また、少量の燃料が気化せずにピストン3頂面に付着しても、このような少量の燃料はピストン3の熱によって容易に気化する。

【0009】こうして気化した燃料は、点火時点において、吸気と十分に均一混合されて良好な均一混合気を形成し、機関高負荷時の良好な均一燃焼を実現することができる。また、かなり多量の燃料を噴射する場合において、燃料噴射終了時にはピストン3は下死点近傍となるが、燃料噴射弁1は、燃焼室上部の略中心からほぼ垂直方向に燃料を噴射するものであり、燃料噴射形状が円錐状であっても、噴射された燃料がシリンダボア付着することなく、この付着燃料がエンジンオイルを希釈させたり、この希積分によって燃料噴射量が不足することは防止される。

【0010】一方、機関低負荷時の成層燃焼は、圧縮行程末期に燃料噴射弁1から必要燃料噴射量が噴射される。図1は、圧縮行程末期における燃料噴射開始後の状態を示している。ピストン3の頂面略中央部には、キャビティ4が形成されている。このキャビティ4は、略円筒状の周壁面4aと、周壁面4aに滑らかに接続された底壁面4bと、底壁面4bの略中央に位置して底壁面4bに滑らかに接続された略円錐状の隆起部4cとを有している。キャビティ4の周壁面4aは、圧縮行程末期に燃料噴射弁から噴射された中空円錐状の液相燃料5aの大部分が鋭角に衝突するように形成されている。それにより、中空円錐状に噴射される液相燃料5aの貫徹力は弱い、この貫徹力は主に垂直成分からなるために、キャビティ4の周壁面4aに衝突する液相燃料5aは、十分にこの貫徹力が生かされて周壁面4aに沿って底壁面4b方向に進行する。本実施形態では、中空円錐状の燃料との衝突角度を小さくして衝突の際の燃料の貫徹力の減衰を最小限とするために、キャビティ4の周壁面4aは、切頭円錐側面の形状とされている。

【0011】図2は、圧縮行程末期の燃料噴射が終了した時の状態を示している。同図に示すように、キャビティ4の周壁面4aに沿って進行する液相燃料5aは、キャビティ4の底壁面4bへ進行し、次いで、隆起部4cに沿って集中しながら上昇する。キャビティ4の周壁面4aと底壁面4bとは円弧状に滑らかに接続され、また、キャビティの底壁面4bと隆起部4cとは円弧状に滑らかに接続されているために、液相燃料5aは、貫徹力があまり減衰されることなく、良好に隆起部4cを上昇することができる。こうして、液相燃料5aは、キャ

ビティ4内を進行するが、進行中にピストン3の熱によって徐々に気化され、隆起部4cの上部に達する時には完全に気相燃料5bとなっている。

【0012】図3は、成層燃料の点火時期の状態を示している。同図に示すように、点火時期では、圧縮行程末期に噴射された燃料の全てが気相燃料5bとなって隆起部4cの真上近傍に集中して着火性の良好な混合気を形成する。点火プラグ2は、この混合気を着火可能なようにキャビティ4の隆起部4cの真上近傍に配置されており、こうして良好な成層燃焼を実現することができる。

【0013】本実施形態において、燃料噴射弁1の位置を燃焼室上部の略中心としたが、これは本発明を限定するものではなく、燃焼室上部の周囲に配置することも可能である。この場合には、燃料噴射中心方向が垂直に対して多少斜めとなるが、噴射される燃料の貫徹力の垂直成分は水平成分より大きくされる。このように噴射される中空円錐状の燃料の大部分が鋭角に衝突するようにキャビティの周壁面を形成することは可能である。それにより、比較的大きな貫徹力の垂直成分を利用して、燃料をキャビティ内の隆起部へ向けて良好に進行させることができる。キャビティ内の隆起部の位置は、特に底壁面の中央に限定されず、隆起部の真上近傍に点火プラグが配置されていれば良好な成層燃焼を実現することができる。

#### 【0014】

【発明の効果】このように、本発明による請求項1に記載の筒内噴射式火花点火内燃機関によれば、気筒内へ直接的に燃料を噴射するための燃料噴射弁が、燃焼室上部から略中空円錐状に燃料を噴射するために、燃料の貫徹力が弱く、燃料の吸気との接触面積が大きいために、噴射された燃料は良好に気化し、吸気行程噴射によって良好な均一燃焼混合気を形成することができる。また、ピストン頂面には、略円筒状の周壁面と、周壁面に滑らかに接続された底壁面と、底壁面に滑らかに接続された略円錐状の隆起部とを有するキャビティが形成され、キャビティの周壁面に、圧縮行程末期において、燃料噴射弁から噴射された略中空円錐状の燃料の大部分が鋭角に衝突するために、貫徹力自身が弱くても、比較的大きな貫徹力の垂直成分を利用して、燃料は、キャビティの周壁面から滑らかに接続された底壁面へ良好に進行し、さらに、隆起部を集中しながら上昇する。このようなキャビティ内の燃料の進行中に燃料はピストンから熱を与えられ、隆起部を上昇する時にはほぼ気化しており、隆起部の真上近傍に位置する点火プラグ回りに着火性の良好な成層燃焼混合気を形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】圧縮行程末期の燃料噴射状態における本発明による筒内噴射式火花点火内燃機関の実施形態を示す概略断面図である。

【図2】圧縮行程末期の燃料噴射終了時における図1と

同様な概略断面図である。

【図3】点火時期における図1と同様な概略断面図である。

【符号の説明】

1…燃料噴射弁

2…点火プラグ

3…ピストン

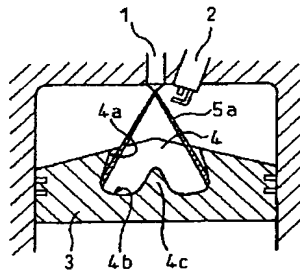
4…キャビティ

4a…周壁面

4b…底壁面

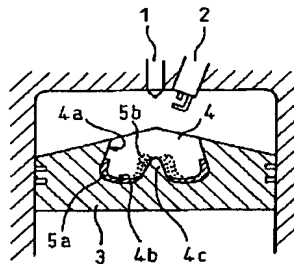
4c…隆起部

【図1】



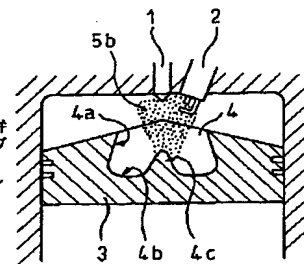
1…燃料噴射弁  
2…点火プラグ  
3…ピストン  
4…キャビティ  
4a…側面  
4b…底面  
4c…隆起部

【図2】



1…燃料噴射弁  
2…点火プラグ  
3…ピストン  
4…キャビティ  
4a…側面  
4b…底面  
4c…隆起部

【図3】



1…燃料噴射弁  
2…点火プラグ  
3…ピストン  
4…キャビティ  
4a…側面  
4b…底面  
4c…隆起部

フロントページの続き

(72)発明者 服部 文昭

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 友田 晃利

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内